Aus dem Hygienischen Institut der Philipps-Universität
Marburg (Direktor: Professor Dr. W. Pfannenstiel)

# Ueber die praktisch-hygienische Brauchbarkeit neuerer Reinigungsmittel

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde in der
ZAHNHEILKUNDE
der Hohen Medizinischen Fakultät der
PHILIPPS-UNIVERSITÄT
ZU MARBURG

vorgelegt von

**WALTER FRANK**
aus Friedlos (Kr. Hersfeld)

Marburg 1936
Buchdruckerei Hermann Bauer

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 19. Juni 1936

Referent: Prof. Dr. Pfannenstiel

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

*Meinen lieben Eltern*

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554421_0146

## Einleitung

Die vorliegende Arbeit verfolgt den Zweck, das Reinigungsmittel Resa und das Desinfektionsmittel Resaform[1], welche bereits in beschränktem Umfang im Molkereiwesen Verwendung gefunden haben, (Dr. Drewes), einmal auf ihre Desinfektionskraft, zum anderen auf ihre Angriffsfähigkeit auf solche Metalle zu prüfen, aus denen die von Molkereibetrieben verwendeten Gefäße und Apparate gewöhnlich hergestellt sind. Zum Vergleich wurden die beiden Mittel $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril[2] mit untersucht.

Die Präparate Resa und Resaform sind gut abwägbare, in kaltem und warmem Wasser leicht lösliche, geruchlose Substanzen. Die zum Vergleich mitgeprüften Präparate $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril sind mehrfach untersucht und in Molkereibetrieben in ausgedehntem Maße in Gebrauch. Die beiden letztgenannten Desinfektions- und Reinigungsmittel liegen in weißer, schüttiger Pulverform vor und sind ebenfalls rasch und restlos wasserlöslich. Resa (Natriumpyrophosphat) ist lediglich ein Reinigungssalz ohne desinfizierende Wirkung. Resaform soll dieselbe reinigende Wirkung wie Resa haben, nur, daß gleichzeitig dem Präparat durch Zusatz von Chloramin eine desinfizierende Wirkung gegeben wird. Resaform dient zur Reinigung von Metallgeräten und Flaschen, während $P_3$ steril zur Reinigung und Desinfektion von Glassachen und $P_3$ zinnfest zur Reinigung und Desinfektion von Metallgeräten verwendet wird. Um eine genügende bakterizide Wirkung zu erreichen, ist $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril als Desinfiziens Chlor in gebundener Form beigegeben. Auf diesen Chlorgehalt ist der diesen Erzeugnissen anhaftende schwache Geruch zurückzuführen.

Nach Gutachten und Angaben der Fabriken soll die Anwendung von Resaform, Resa, $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril in 1—2%iger kalter oder in 0,5—1%iger heißer wässeriger Lösung erfolgen, um eine ausreichend reinigende und desinfizierende Wirkung zu erreichen.

1) Hersteller: Fritz Guth, Chem. Fabrik, Bad Pyrmont.
2) „ Henkel u. Co. A.G., Düsseldorf.

## Eigene Versuche

Versuchsanordnung.

Die Prüfung der bakteriziden Kraft der Mittel erfolgte im Suspensionsversuch. 24-stündige Schrägagarkulturen von: Heu-, Colibazillen, Milchsäurestreptokokken, sowie den gelegentlich einmal in der Milch auftretenden pathogenen Keimen (haemolytischen Staphylokokken, Ruhr-, Typhus- und Paratyphus B-Bazillen) wurden mit 10 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung abgeschwemmt. Nach 5 Minuten langem Homogenisieren im Schüttelapparat bestimmte ich die Keimzahl nach dem Schmidt'schen Verfahren. Mittels besonders geeichter Pipetten, aus denen 1 Tropfen der Bakterienverdünnung 1 Milliarde Keime enthielt, konnte immer die gleiche Keimzahl zur Anwendung gebracht werden. Je 1 Tropfen aus einer solchen Pipette wurde in die für einen Versuch hergestellten Verdünnungen (10 ccm) des gerade zu prüfenden Mittels gegeben und gut durchgeschüttelt. Nach bestimmten Zeiten (1, 2, 5, 10, 20, 30, 60 u. 120 Minuten) übertrug ich mit der Platinöse je 4 Tropfen in Bouillonröhrchen. Die verschiedenen Verdünnungen wurden mit sterilem destilliertem Wasser hergestellt. Um zu prüfen, ob nicht das Wasser allein eine keimtötende Wirkung habe, brachte ich zur Kontrolle eine Milliarde Keime in 10 ccm reinen destillierten Wassers. Hieraus wurden nach 1, 2 u. 3 Stunden 4 Platinösen in Bouillon überführt. Sämtliche beimpften Bouillonröhrchen verblieben bis zur Ablesung 24 Stunden im Brutschrank.

## Ergebnisse

Die Suspensionsversuche zeigten folgende Ergebnisse: Die Heubazillen waren infolge ihres Sporenbildungsvermögens allen Lösungen von Resa und Resaform, $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril gegenüber so resistent, daß sie in ihrem Wachstum in keiner Weise von diesen Mitteln behindert wurden. Einige zur Probe angestellten Versuche mit Resa ergaben, daß dieses Reinigungsmittel selbst in stärksten Konzentrationen auch allen übrigen Keimarten gegenüber praktisch keine bakterizide Kraft besitzt. Es wurde daher zunächst ausgeschaltet.

Die Versuche wurden sowohl bei Zimmertemperatur als auch bei 37° vorgenommen. Die Schwankungen der Zimmertemperaturen hatten zur Folge, daß auch bei Verwendung derselben Bakterienart sich uneinheitliche Ergebnisse einstellten, während die bei 37° im Wasserbade ausgeführten Versuche viel gleichmäßiger ausfielen.

**Tabelle 1. Suspensionsversuch mit Colibakterien**

Zeichenerklärung: a = Bakterienwachstum nach Resaform;
b = Bakterienwachstum nach $P_3$ zinnfest;
c = Bakterienwachstum nach $P_3$ steril.

| Konzentration der Desinfektionslsg. | Einwirkungsdauer der Desinfektionslösungen bei 37°. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1' | 2' | 5' | 10' | 20' | 30' | 60' | 120' |
| 4% | a | — | — | — | — | — | — | — |
| 2% | a | a | — | — | — | — | — | — |
| 1% | a | a | a | — | — | — | — | — |
| ½% | a | a | a | a | a | a | a | a |
| | b | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,2% | b | b | — | — | — | — | — | — |
| | c | c | c | — | — | — | — | — |

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, war in einer 4%igen Resaformlösung nach 2 Min. kein Colibakterienwachstum mehr festzustellen; in der 2%igen Lösung fand die Abtötung nach 5', in der 1%igen nach 10' statt. In der ½%igen Resaformlösung beeinflußte das Mittel die Colibakterien selbst nach 2-stündiger Einwirkung nicht mehr. Viel günstiger fiel das Ergebnis für $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril aus. In ½%iger Lösung tötete $P_3$ die Colibakterien schon innerhalb von 2 Min., $P_3$ steril sogar innerhalb von 1 Min. ab. In 0,2%iger Lösung ließ $P_3$ zinnfest Colibazillen nur bis zur 2. Min. und $P_3$ steril bis zur 5. Min. wachsen.

Vergleicht man nun die Resultate der Suspensionsversuche mit Colibakterien untereinander, so sieht man, daß gleich stark wirkt wie $P_3$ zinnfest in ½%iger Resaform in 4%iger Lösung, und Resaform in 1%iger wie $P_3$ steril in 0,2%iger Lösung. Die Wirkung von $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril ist nach diesen Versuchen 8 bezw. 5 mal stärker als die von Resaform.

**Tabelle 2a. Suspensionsversuch mit Staphylokokkus aureus haemolyticus.**

| Konzentration der Desinfektionslösgn. | Einwirkungsdauer der Desinfektionslösungen bei Zimmertemperatur. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1' | 2' | 5' | 10' | 20' | 30' | 60' | 120' |
| 20% | a | a | a | a | a | — | — | — |
| 10% | a | a | a | a | a | a | — | — |
| 4% | a | a | a | a | a | a | — | — |
| | b | b | — | — | — | — | — | — |
| 2% | a | a | a | a | a | a | a | a |
| | b | b | b | b | — | — | — | — |
| 1% | b | b | b | b | b | b | — | — |
| | c | c | — | — | — | — | — | — |
| ½% | b | b | b | b | b | b | b | — |
| | c | c | c | c | — | — | — | — |
| 0,2% | b | b | b | b | b | b | b | b |
| | c | c | c | c | c | c | c | c |

Die Wirkung bei gewöhnlicher Zimmertemperatur war nach Tab. 2a folgende:

In einer 20%igen Lösung tötete Resaform den Staphylokokkus aureus haemolyticus erst nach 30 Min., in der 10%igen wie auch in der 4%igen Lösung nach 1 Stunde ab, während in der 2%igen Lösung selbst nach 2 Stunden eine keimtötende Wirkung nicht mehr nachweisbar war. $P_3$ zinnfest vernichtete in der 4%igen Lösung nach 2 Min., in der 2%igen nach 10 Min., in der 1%igen nach 30 Min., in der $^1/_2$%igen Lösung nach einer Stunde die Staphylokokken. Die bakterizide Kraft hörte bei $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril in 0,2%iger Lösung auf. $P_3$ steril wirkte in 1%iger nach der 2. Min., in $^1/_2$%iger Lösung nach der 10. Min. abtötend.

Ein Vergleich der Mittel untereinander zeigt, wie aus Tab. 2a hervorgeht, daß $P_3$ zinnfest auch in diesem Versuch gegenüber Resaform etwa 8 mal, und $P_3$ steril gegenüber $P_3$ zinnfest 4 mal, $P_3$ steril gegenüber Resaform 12 mal wirksamer war.

**Tabelle 2b. Suspensionsversuch mit Staphylokokkus aureus haemolyticus.**

| Konzentration der Desinfektionslösgn. | Einwirkungsdauer der Desinfektionslösungen bei 37°. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1′ | 2′ | 5′ | 10′ | 20′ | 30′ | 60′ | 120′ |
| 10% | a | a | — | — | — | — | — | — |
| 4% | a | a | a | a | — | — | — | — |
| | b | b | — | — | — | — | — | — |
| 2% | a | a | a | a | a | a | a | — |
| | b | b | — | — | — | — | — | — |
| | a | a | a | a | a | a | a | a |
| 1% | b | b | b | b | — | — | — | — |
| | c | — | — | — | — | — | — | — |
| $^1/_2$% | b | b | b | b | — | — | — | — |
| | c | c | — | — | — | — | — | — |
| 0,2% | b | b | b | b | b | b | — | — |
| | c | c | c | c | — | — | — | — |

Tab. 2b läßt deutlich die bessere Wirkung der untersuchten Mittel bei einer höheren Temperatur erkennen. Nach dieser Tabelle wurden schon in 10%iger Resaformlösung nach der 2. Min., in der 4%igen nach der 10. Min., in der 2%igen nach 1 Stunde die Staphylokokken abgetötet. Eine 1%ige Lösung hatte auf die Bakterien keinen Einfluß. In der 4%igen und 2%igen $P_3$ zinnfest-Lösung wuchsen die Staphylokokken bis zur 2. Min., in der 1 und $^1/_2$%igen Lösung bis zur 10. Min., in der 0,2%igen bis zur 30. Min. aus.

$P_3$ steril zeigte in 1%iger Lösung in der 1. Min., bei der $^1/_2$%igen in der 2. Min., bei der 0,2%igen in der 10. Min. ein Bakterienwachstum.

Vergleicht man die Ergebnisse der Suspensionsversuche nach Tab. 2a und Tab. 2b, so sieht man, daß das Verhältnis der einzelnen Mittel untereinander gleich bleibt, während nach Tab. 2b die Desinfektionswirkung durch den Einfluß der Wärme auf das Doppelte gesteigert wird.

Die Versuche mit Milchsäurestreptokokken mit Resaform wurden wiederum bei Zimmertemperatur und im Wasserbad von 37°, die Versuche mit $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril jedoch nur im Wasserbad von 37° ausgeführt.

**Tabelle 3. Suspensionsversuch mit Milchsäurestreptokokken**

Zeichenerklärung:

a = Bakterienwachstum nach Resaform bei 37°.
a+ = „ „ Resaform bei Zimmertemp.
b = „ „ $P_3$ zinnfest bei 37°,
c = „ „ $P_3$ steril bei 37°.

| Konzentration der Desinfektionslösgn. | Einwirkungsdauer der Desinfektionslösungen. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1' | 2' | 5' | 10' | 20' | 30' | 60' | 120' |
| 4% | a+ | a+ | — | — | — | — | — | — |
| 2% | a+ | a+ | a+ | a+ | a+ | a+ | — | — |
| | a | a | — | — | — | — | — | — |
| | a+ | a+ | a+ | a+ | a+ | a+ | a+ | — |
| 1% | a | a | a | a | a | — | — | — |
| | b | b | b | — | — | — | — | — |
| | a+ | a+ | a+ | a+ | a+ | a+ | a+ | a+ |
| $^1/_2$% | a | a | a | a | a | a | — | — |
| | b | b | b | b | — | — | — | — |
| | c | — | — | — | — | — | — | — |
| | a | a | a | a | a | a | a | — |
| 0,2% | b | b | b | b | — | — | — | — |
| | c | c | c | — | — | — | — | — |

Nach Tab. 3 ergaben die Suspensionsversuche mit Milchsäurestreptokokken folgende Resultate: In 4%iger Resaformlösung wuchsen Milchsäurestreptokokken bis zur 2. Min., in 2%iger bis zu 30 Min., in 1%iger bis zu 1 Stunde und in $^1/_2$%iger Lösung nach 2 Stunden. Im Wasserbad von 37° war auch bei diesem Versuch die bakterizide Wirkung von Resaform stärker. Hier blieben diese Keime in der 2%igen Lösung nur bis zur 2. Min., in der 1%igen bis zur 20. Min. am Leben. In der $^1/_2$%igen Resaformlösung waren sie nach 60 Min., in 0,2%iger Lösung erst nach 2 Stunden abgetötet. In 1%iger Lösung von $P_3$ zinnfest bei 37° erwiesen sich die Milchsäurestreptokokken nach der 5. Min., in $^1/_2$%iger

und 0,2%iger nach der 10. Min. als vernichtet, während $P_3$ steril in $^1/_2$%iger Lösung nur in der 1. Min., in 0,2%iger Lösung nur bis zur 5. Min. ein Bakteriumwachstum aufkommen ließ.

Bei der Auswertung dieser Tab. 3 sehen wir, daß Resaform bei 37° wieder um das doppelte wirksamer war als bei Zimmertemperatur. $P_3$ zinnfest steht bei diesem Versuch in seiner Wirksamkeit gegenüber Resaform nicht mehr in demselben Verhältnis. $P_3$ zinnfest war nur doppelt so stark wirksam, während $P_3$ steril im Vergleich zu Resaform auch auf Milchsäurestreptokokken ungefähr 10 mal stärker einwirkte.

**Tabelle 4. Suspensionsversuch mit echten Ruhrbazillen (Kruse-Shiga)**

| Konzentration der Desinfektionslösgn. | Einwirkungsdauer der Desinfektionslösungen bei 37° | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1' | 2' | 5' | 10' | 20' | 30' | 60' | 120' |
| 10% | a | a | a | a | — | — | — | — |
| 4% | a | a | a | a | a | a | — | — |
| 2% | a | a | a | a | a | a | — | — |
| 1% | a | a | a | a | a | a | a | — |
| $^1/_2$% | a | a | a | a | a | a | a | a |
| | b | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,2% | b | — | — | — | — | — | — | — |

Die Wirkung von Resaform und $P_3$ zinnfest war nach Tab. 4 folgende:

In 10%iger Lösung tötete Resaform bei 37° echte Ruhrbazillen nach der 10. Min., in 4%iger und 2%iger Lösung nach 30 Min., in 1%iger Lösung nach 60 Min., in $^1/_2$%iger Lösung wuchsen Ruhrbazillen noch nach 2 Stunden. $P_3$ zinnfest war in $^1/_2$ und 0,2%iger Lösung noch so stark wirksam, daß die Bakterien nur bis zu 1 Min. Einwirkungsdauer auswachsen konnten. Bei den Versuchen mit pathogenen Darmbakterien, wie Ruhr-, Typhus-, Paratyphus B-Bazillen entfaltete $P_3$ steril eine außerordentlich starke bakterizide Wirkung. $P_3$ steril vernichtete bereits in einer 0,2%ig. Lösung die genannten Bakterienarten völlig.

**Tabelle 5. Suspensionsversuch mit Typhusbazillen bei 37°**

| Konzentration der Desinfektionslösgn. | Einwirkungsdauer der Desinfektionslösungen | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1' | 2' | 5' | 10' | 20' | 30' | 60' | 120' |
| 10, 4, 2% | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1% | a | — | — | — | — | — | — | — |
| $^1/_2$% | a | a | — | — | — | — | — | — |
| 0,2% | a | a | a | a | — | — | — | — |
| | b | b | — | — | — | — | — | — |

Aus Tab. 5 erkennt man, daß Resaform in 10-, 4- und 2%iger Lösung kein Wachstum der Typhusbazillen aufkommen ließ. In der 1%ig. Lösung fand dagegen eine Abtötung nach 2 Min., in ½%ig. nach 5 Min., in 0,2%ig. nach 20 Min. statt. $P_3$ zinnfest ließ nur ein Bakterienwachstum in 0,2%ig. Lösung bis zur 5. Min. feststellen.

**Tabelle 6. Suspensionsversuch mit Paratyphus B-Bazillen**

| Konzentration der Desinfektionslösgn. | Einwirkungsdauer der Desinfektionslösungen | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1′ | 2′ | 5′ | 10′ | 20′ | 30′ | 60′ | 120′ |
| 10, 4, 2% | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1% | a | — | — | — | — | — | — | — |
| ½% | a | a | — | — | — | — | — | — |
| 0,2% | a | a | a | a | — | — | — | — |
| | b | — | — | — | — | — | — | — |

Tabelle 6 zeigt, daß Resaform auf Paratyphus B-Bazillen die gleiche desinfizierende Wirkung hatte wie im vorausgegangenen Versuch mit Typhusbazillen. $P_3$ zinnfest ließ die Paratyphusbazillen in 0,2%iger Lösung nur bis zur 2. Min. wachsen.

Aus Tab. 5 u. 6 ist ersichtlich, daß Resaform auf Typhus- und Paratyphusbazillen eine erstaunlich bessere Wirkung ausübt als auf die anderen untersuchten Bakterienarten. Gegenüber jenen Keimen erwies sich $P_3$ zinnfest nur als doppelt so stark wirksam wie Resaform, während $P_3$ zinnfest gegenüber Ruhrbazillen ungefähr 20 mal stärker wirkte.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Suspensionsversuchen zeigt:

Die bakterizide Wirkung der untersuchten Mittel wird bei Erhöhung der Temperatur stärker, ohne daß etwa durch die Wärmezunahme allein eine keimtötende Wirkung eintreten kann; denn die Temperatur von 37° entspricht der Körpertemperatur, die für das Bakterienwachstum am günstigsten ist. Hätte man bei diesen Versuchen höhere Temperaturen als 37° verwandt, (z. B. 50° u. mehr, wie die Gebrauchsanweisung vorsieht), dann hätte sich voraussichtlich eine bessere Desinfektionswirkung verzeichnen lassen, die aber auf das wachstumshemmende und keimtötende Wirkung der größeren Wärmegrade an sich zurückzuführen gewesen wäre. Es sollte aber bei diesen Versuchen die Desinfektionskraft der Mittel allein geprüft werden. Daher kamen keine höheren Wärmegrade als 37° zur Anwendung.

In nachstehender Tabelle ist die Konzentration derjenigen Lösungen aus den untersuchten Mitteln zusammengestellt, die bei 37° nach der 2. Min. eine Bakterien abtötende Wirkung auf die angegebenen Keime aufwies.

**Tabelle 7**

| | Coli | Staph. | Ruhr | Typhus | Paratyph. |
|---|---|---|---|---|---|
| Resaform | 4% | 10% | 10% | 1% | 1% |
| $P_3$ zinnf. | ½% | 2% | ½% | 0,2% | 0,2% |
| $P_3$ steril | 0,2% | ½% | 0,2% | 0,2% | 0,2% |

## Aggressivitätsversuche auf Metalle

Nachdem die bakterizide Wirkung der Mittel festgestellt war, wurde geprüft inwieweit diese aggressiv auf die mit ihnen zu behandelnden Metallgefäße wirkten.

Für diese Untersuchungen wählte ich solche Metalle, aus denen die in Molkereibetrieben gewöhnlich Verwendung findenden Gefäße und Kannen hergestellt sind: Weißblech, Aluminium, verzinntes Kupferblech.

Versuchsanordnung.

Es wurden aus den genannten Metallen schmale, 2,5 $cm^2$ große Stücke geschnitten. Nachdem jedes Plättchen gründlich mit Alkohol und Aether gereinigt war, wog ich sie bis auf 1/10 mg genau aus, verbrachte sie dann in Reagenzgläser, die mit 10 ccm der verschiedenen Verdünnungen des gerade zu prüfenden Mittels beschickt waren. Die Konzentrationen der Lösungen waren die gleichen wie bei den vorausgegangenen Suspensionsversuchen. Zur Kontrolle prüfte ich bei jedem Versuch die Wirkung reinen Wassers auf das Metall. Es sei vorausgeschickt, daß reines Wasser keine Veränderung an Aussehen und Gewicht der Metallplättchen verursachte. In der Praxis werden die Reinigungsmittel im allgemeinen zum Gebrauch auf 50—70° erwärmt. Um hier den praktischen Verhältnissen einigermaßen zu entsprechen, ließ ich die verschiedenen Lösungen, die täglich erneuert wurden, bei 50° auf die Metalle einwirken und prüfte nach 24 Stdn., 48 Stdn. — bei den Versuchen mit Aluminium täglich — Aussehen und Gewicht der Metallplättchen bis zum 7. Tag. Sie wurden dann — soweit sie nicht völlig zerstört waren — nach dem Herausnehmen aus der Lösung wieder mit Alkohol und Aether gereinigt, getrocknet und gewogen.

**Tabelle 8. Die Wirkung von Resaform auf Weißblech**

Rubrik A = Resaformlösung in Gewichtsproz.

| A % | Gewicht in mg | Verlust n. 24 Stdn. in mg | Verlust n. 48 St. in mg | Verlust n. 8 Tg. in mg | Verlust gesamt in mg | Verl. in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 387 | 5 | 0,4 | 1,6 | 7 | 1,8 |
| 10 | 381 | 4 | 3 | 1 | 8 | 2,1 |
| 4 | 377 | 3 | 2 | 2,6 | 7,6 | 2,0 |
| 2 | 379 | 2 | — | — | 2 | 0,5 |
| 1 | 385 | 1 | 0,2 | 0,4 | 1,6 | 0,4 |
| ½ | 380 | 0,2 | 1 | 0,2 | 1,4 | 0,4 |

Tabelle 8 zeigt, daß Resaform nach 24 Stdn. Einwirkung einer 20%igen Lösung bei Weißblech den stärksten Gewichtsverlust verursacht, d. h. in dieser Konzentration das Metall am weitgehendsten angreift. Die agressive Wirkung von Resaform erreicht nach 24 Stdn. ihren Höhepunkt und nimmt nach jedem weiteren Tage ab, obwohl die Lösungen täglich erneuert wurden. Aus dem Gesamtverlust in Prozent ausgedrückt, geht hervor, daß nach 8 Tagen Einwirkungszeit nicht mehr die 20%ige Resaformlösung den größten Gewichtsverlust verursacht, sondern die 10%ige. Die 20%ige Lösung steht in ihrer Wirkung an Weißblechplättchen im Verlauf von 8 Tagen sogar hinter der 4%igen Resaformlösung zurück.

**Tabelle 9. Die Wirkung von Resa auf Weißblech**

Rubrik A = Resalösung in Gewichtsprozenten.

| A % | Gewicht in mg | Verlust n. 24 Stdn. in mg | Verlust n. 48 St. in mg | Verlust n. 8 Tg. in mg | Verlust gesamt in mg | Verlust in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 380 | — | 1 | 2,2 | 3,2 | 0,8 |
| 10 | 381 | 0,8 | 0,8 | 3 | 4,6 | 1,2 |
| 4 | 385 | 0,5 | 0,5 | 4 | 5 | 1,3 |
| 2 | 381 | 1,3 | 0,7 | 1,2 | 3,2 | 0,8 |
| 1 | 383 | 1 | — | 0,2 | 1,2 | 0,3 |
| ½ | 379 | 1 | 0,5 | — | 1,5 | 0,4 |

Aus Tab. 9 ist ersichtlich, daß auch das einfache Reinigungsmittel Resa auf Weißblech angreifend wirkt, jedoch nicht in dem Maße wie Resaform. Der Gesamtverlust ist bei Resa in einer 4%igen Lösung am größten, während das Maximum an Gewichtsverlust bei Resaform durch eine 10%ige Lösung verursacht wird.

Die gleichen Versuche wurden mit $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril ausgeführt. Sie ergaben, daß beide Mittel weder Gewicht noch Aussehen der Weißblech-Plättchen veränderten. Eine tabellarische Zusammenstellung dieser Versuche erübrigt sich daher.

**Tabelle 10. Die Wirkung von Resaform auf Aluminium**

Rubrik A = Resaformlösung in Gewichtsprozenten

| A % | Gewicht in mg | Verlust in mg nach: 24 St. | 48 St. | 3 Tg. | 4 Tg. | 5 Tg. | Verlust gesamt in mg | Verlust gesamt in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 384,6 | 82,2 | 86,4 | 78,2 | 82,5 | 55,3 | 384,6 | 100 |
| 10 | 368 | 43 | 45,4 | 45,2 | 48,4 | 48 | 230 | 62,6 |
| 4 | 383 | 17 | 17,8 | 18,4 | 20,2 | 19,6 | 93 | 24,3 |
| 2 | 385,4 | 10,2 | 10 | 8,8 | 9,4 | 9 | 47,4 | 12,3 |
| 1 | 386 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 24 | 6,2 |
| ½ | 385 | 2,6 | 2,7 | 2,5 | 2,4 | 2,8 | 13 | 3,4 |

**Tabelle 11. Die Wirkung von Resa auf Aluminium**

Rubrik A = Resalösung in Gewichtsprozenten.

| A % | Gewicht in mg | Verlust in mg nach: 24 St. | 48 St. | 3 Tg. | 4 Tg. | 5 Tg. | Verlust gesamt in mg | Verlust gesamt in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 374 | 100,4 | 95 | 83,8 | 83,8 | 11 | 374 | 100 |
| 10 | 386,6 | 45,8 | 49,8 | 49 | 42,4 | 53,4 | 240,4 | 62,1 |
| 4 | 388 | 18 | 20,2 | 19,8 | 17 | 21,2 | 96,2 | 24,8 |
| 2 | 363,4 | 9 | 10 | 9 | 8,8 | 9,6 | 46,4 | 12,8 |
| 1 | 386 | 1,6 | 8,4 | 5,6 | 3,4 | 5 | 24 | 6,5 |
| ½ | 390,4 | 1,2 | 2,8 | 3 | 1,4 | 4,8 | 13,2 | 3,4 |

Tabellen 10 und 11 zeigen die Ergebnisse bei Einwirkung von Resaform und Resa auf Aluminium. Hierbei fällt der erstaunlich hohe Gewichtsverlust ins Auge, den beide Mittel an diesem Metall verursachen. Da die Gewichtsabnahme schon nach 24 Stunden sehr groß war, wurde bei diesen Versuchen das Gewicht der Plättchen täglich geprüft. Nach 4 Tagen Einwirkungsdauer wog das Aluminiumplättchen aus der stärksten Lösung von Resaform nur noch 55,3 mg, das Plättchen aus der stärksten Lösung von Resa hingegen nur 11 mg. Am 5. Tage waren beide Plättchen vollkommen aufgelöst.

Beide Tabellen zeigen deutlich, daß der prozentuale Gewichtsverlust der Aluminiumplättchen in allen gleich konzentrierten Lösungen der beiden Mittel ungefähr der gleiche ist. Man könnte also bei diesen Versuchen ziemlich genau rechnerisch bestimmen, nach wie viel Tagen das Aluminium in den übrigen Lösungen ebenfalls aufgelöst wäre.

Aus Tabelle 12 u. 13 ist ersichtlich, daß $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril fast unwirksam auf Aluminium sind. Bei beiden Mitteln konnte kein nennenswerter Gewichtsverlust festgestellt werden. Die Gewichtsabnahme von Tag zu Tag war sogar so minimal, daß sie erst nach mehreren Tagen wägbar wurde.

**Tabelle 12. Die Wirkung von $P_3$ zinnfest auf Aluminium**

Rubrik A = $P_3$ zinnfest-Lösung in Gewichtsprozenten.

| A % | Gewicht in mg | Verlust n. 24 Stdn. in mg | Verlust n. 48 St. in mg | Verlust n. 8 Tg. in mg | Verlust gesamt in mg | Verlust in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 380 | — | — | — | — | — |
| 10 | 376,1 | 0,1 | — | 0,2 | 0,3 | 0,1 |
| 4 | 388,8 | — | — | 0,3 | 0,3 | 0,08 |
| 2 | 375,7 | 0,1 | — | 0,1 | 0,2 | 0,05 |
| 1/2 | 380 | — | — | — | — | — |
| 1 | 376,8 | — | — | 0,1 | 0,1 | 0,03 |

**Tabelle 13. Die Wirkung von $P_3$ steril auf Aluminium**

Rubrik A = $P_3$ steril-Lösung in Gewichtsprozenten

| A % | Gewicht in mg | Verlust n. 24 Stdn. in mg | Verlust n. 48 St. in mg | Verlust n. 8 Tg. in mg | Verlust gesamt in mg | Verlust in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 381 | — | — | — | — | — |
| 10 | 380 | — | 0,8 | — | 0,8 | 0,2 |
| 4 | 382 | — | — | — | — | — |
| 2 | 379 | — | — | 0,6 | 0,6 | 0,16 |
| 1 | 379 | — | — | 0,1 | 0,1 | 0,03 |
| 1/2 | 380 | — | — | — | — | — |

Die Versuche mit Resaform und Resa auf verzinntes Kupferblech ergaben geringere Gewichtsverluste als die Wirkungen beider Mittel auf Weißblech und Aluminium.

**Tabelle 14. Die Wirkung von Resaform auf verzinntes Kupferblech**

Rubrik A = Resaformlösung in Gewichtsprozenten

| A % | Gewicht in g | Verlust n. 24 Stdn. in mg | Verlust n. 48 St. in mg | Verlust n. 8 Tg. in mg | Verlust gesamt in mg | Verlust in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 2,2188 | 6,4 | 0,8 | 1,1 | 8,3 | 0,36 |
| 10 | 2,568 | 0,4 | 1 | 0,6 | 2 | 0,08 |
| 4 | 2,332 | 0,6 | 0,6 | — | 1,2 | 0,05 |
| 2 | 2,2026 | 0,4 | 0,7 | — | 1,1 | 0,05 |
| 1 | 2,344 | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 1,3 | 0,06 |
| 1/2 | 2,330 | — | 0,6 | 0,1 | 0,7 | 0,03 |

Wie aus der Tab. 14 ersichtlich ist, verursacht Resaform in 20%ig. Lösung den größten Gewichtsverlust. In der 4-, 2- u. 1%ig. Lösung blieb die Gewichtsabnahme praktisch dieselbe, obwohl Lösungen mit abnehmenden Konzentrationen verwandt wurden. Nach Tab. 15 hat Resa eine stärker angreifende Wirkung auf verzinntes Kupferblech als Resaform. Den größten Gewichtsverlust verursacht Resa in 4%ig. Lösung hier — ebenso wie bei Weißblech (s. Tab. 9) —.

**Tabelle 15. Die Wirkung von Resa auf verzinntes Kupferblech**

Rubrik A = Resalösung in Gewichtsprozenten

| A % | Gewicht in g | Verlust n. 24 Stdn. in mg | Verlust n. 48 St. in mg | Verlust n. 8 Tg. in mg | Verlust gesamt in mg | Verlust in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 2,2832 | 0,4 | 1,2 | 1,6 | 3,2 | 0,14 |
| 10 | 2,328 | 1 | 1,4 | 3,3 | 5,7 | 0,24 |
| 4 | 2,1925 | 1,5 | 1,1 | 3,9 | 6,5 | 0,29 |
| 2 | 2,1497 | 1,2 | 1,4 | 3,1 | 5,7 | 0,27 |
| 1 | 2,1606 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,9 | 0,04 |
| 1/2 | 2,087 | — | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,02 |

**Tabelle 16. Die Wirkung von $P_3$ zinnfest auf verzinntes Kupferblecht**

Rubrik A = Resalösung in Gewichtsprozenten

| A % | Gewicht in g | Verlust n. 24 Stdn. in mg | Verlust n. 48 St. in mg | Verlust n. 8 Tg. in mg | Verlust gesamt in mg | Verl us in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 2,1996 | — | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,02 |
| 10 | 1,9054 | — | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,03 |
| 4 | 2,186 | — | 0,5 | 0,5 | 1 | 0,05 |
| 2 | 2,1945 | — | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,02 |
| 1 | 2,1423 | — | — | — | — | — |
| 1/2 | 2,1583 | — | — | — | — | — |

**Tabelle 17. Die Wirkung von $P_3$ steril auf verzinntes Kupferblech**

Rubrik A = $P_3$ steril-Lösung in Gewichtsprozenten.

| A % | Gewicht in g | Verlust n. 24 Stdn. in mg | Verlust n. 48 St. in mg | Verlust n. 8 Tg. in mg | Verlust gesamt in mg | Verlust in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 2,187 | — | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,01 |
| 10 | 2,2135 | 0,2 | — | 0,3 | 0,5 | 0,04 |
| 4 | 2,1233 | 0,3 | — | 0,3 | 0,6 | 0,03 |
| 2 | 2,0506 | 0,3 | — | 0,1 | 0,4 | 0,02 |
| 1 | 2,195 | — | — | 0,1 | 0,1 | 0,005 |
| 1/2 | 2,123 | — | — | — | — | — |

$P_3$ zinnfest und $P^3$ steril bewirkten, wie Tab. 16 und 17 zeigen, auch an diesen Metallen einen viel geringeren Gewichtsverlust als Resaform und Resa. $P_3$ zinnfest hat in 4%iger Lösung seine stärkste Wirkung auf verzinntes Kupferblech, $P_3$ steril dagegen in 10%iger Lösung. Man sieht also hieraus, daß die größte Angriffsfähigkeit auch bei $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril nicht, wie man es eigentlich erwarten sollte, in den stärksten Konzentrationen liegt. Auch diese bei verzinntem Kupferblech durch die beiden Mittel verursachten Gewichtsverluste sind so geringfügig, daß sie praktisch kaum eine Rolle spielen dürften. In allen ihren Verdünnungen beeinflußten $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril das Aussehen sämtlicher Metallplättchen in keiner Weise.

Bei Resa und Resaform dagegen trat gleichzeitig mit dem Gewichtsverlust der einzelnen Metalle eine entsprechende Veränderung in ihrem Aussehen ein. So konnte man bei den Weißblechplättchen in der 20%igen Lösung von Resa schon nach einer Stunde eine leichte Trübung des vorher silberglänzenden Metallplättchens feststellen. In der gleichen Lösung von Resaform war die Verfärbung noch stärker. Die Plättchen hatten nach dieser kurzen Zeit eine hellgraue Farbe und in trockenem Zustand ein perlmutter- oder eisblumenartiges Aussehen bekommen. Nach 2 Stunden war das Metall noch etwas dunkler geworden. Nach 4 Stunden hatte sich eine feldgraue Verfärbung eingestellt, wobei die perlmutterähnlichen Flecke kleiner und spärlicher wurden. Nach 24 Stunden war keine weitere Veränderung im Aussehen der Plättchen mehr wahrzunehmen.

Nach dem Eintauchen der Aluminiumstückchen in 20%ige Lösungen von Resaform und Resa trat sofort an beiden Metallplättchen eine starke Gasentwicklung auf. Nach ungefähr 5 Min. machte sich derselbe Vorgang in der 10%ig. Lösung, nach 10 Min. in der 4%ig. bemerkbar. Erst nach 24 Stunden konnte man erkennen, daß auch bei dem Aluminiumblech in den 2-, 1- und $^1/_2$%ig. Lösungen Gasbläschen aufstiegen. Die Flüssigkeit der 20-, 10- u. 4%ig. Lösungen waren nach 24 Stunden bei Resaform und Resa bräunlich verfärbt, während die schwächeren Verdünnungen beider Mittel ziemlich klar geblieben waren. An den Aluminiumplättchen in den 20-, 10- u. 4%ig. Lösungen stellte sich eine feine Porenbildung ein. Durch die kleinen Poren bekamen die Plättchen ein Aussehen, ähnlich dem eines Silberbronzeanstrichs. Die Aluminiumstückchen aus den 2-, 1- u. $^1/_2$%ig. Lösungen hatten dagegen ihren metallischen Glanz verloren und erschienen grün-violett schillernd. Die schwächste Verdünnung hatte an diesem Metall die stärkste Verfärbung hervorgerufen. Die Gasentwicklung war auch an den folgenden Versuchstagen die gleiche, wie sie oben beschrieben wurde. An den Plättchen der 20%ig. Lösung wurden die Poren täglich größer. Etwas schwächer war diese Erscheinung an den Aluminiumplättchen in der 10- u. 4%ig. Lösung. Schon nach 4 Tagen wurden die Metallstückchen in beiden Fällen in der 20%igen Resa- und Resaform-Lösung durchsichtig, um sich nach dem 5. Tage vollständig aufzulösen.

Bei verzinntem Kupferblech konnte man nach 24 Stunden feststellen, daß Resaform in 20%iger, Resa in 4%iger Lösung das Metall am stärksten verfärbte. Resa-

form nahm in 20- u. 10%iger Lösung den Kupferblechplättchen ihren metallischen Glanz und färbte sie grau. Die Metallstückchen in den schwächeren Verdünnungen schienen unverändert. Resa bewirkte eine graue Verfärbung des Kupferblechs in der 20-, 10-, 4- u. 2%igen Lösung. Die Plättchen aus der 10- u. 2%igen Lösung hatten die gleiche hellgraue Farbe. Das Metallstückchen aus der 4%igen Lösung sah dagegen dunkelgrau aus.

Vergleicht man nun diese Beschreibung mit dem Gewichtsverlust nach Tabelle 14 u. 15, dann zeigt sich wieder, daß entsprechend dem größeren Gewichtsverlust auch die stärkere Verfärbung eintritt.

Die Agressivitätsversuche ergaben, daß die Reinigungsmittel Resaform und Resa an Aluminium, Weißblech und verzinntem Kupferblech schon nach einer Einwirkungszeit von 24 Stunden einen Gewichtsverlust und eine Veränderung im Aussehen der Metalle hervorriefen.

In Tab. 18 ist der prozentuale Gewichtsverlust zusammengestellt, den die untersuchten Mittel in den eingangs festgestellten bakterizid wirksamen Konzentrationen nach 8 Tagen ununterbrochener Einwirkungszeit auf Weißblech, Aluminium und verzinntes Kupferblech verursachten.

**Tabelle 18. Gewichtabnahme nach 8 Tagen in Prozent**

| | von Weißblech | Alumin. | Verz. Kupferblech |
|---|---|---|---|
| Resaform in 10%ig. Lösung | 2,1 | 100 | 0,08 |
| Resa in 2%ig. Lösung | 0,84 | 20,4 | 0,27 |
| $P_3$ zinnfest in 2%ig. Lösung | — | 0,05 | 0,02 |
| $P_3$ steril in 1%ig. Lösung | — | 0,03 | 0,005 |

Es ergibt sich also, daß $P_3$ zinnfest und $P^3$ steril wegen ihrer Aggressivität der Gebrauchslösungen auf Metalle zur Verwendung als Reinigungs- und Desinfektionsmittel in Molkereibetrieben Resaform und Resa bei weitem vorzuziehen sind.

## Zusammenfassung

1. Resaform hat nur in 10%iger Verdünnung eine ausreichende Desinfektionswirkung gegenüber allen untersuchten Bakterienarten (Colibazillen, Staphylokokken, Milchsäurestreptokokken, Ruhr-(Kruse-Shiga), Typhus- und Paratyphus-B-Bazillen). Diese hohe Konzentration der Gebrauchslösung bedingt aber einen großen Verbrauch von Resaform, der dessen Verwendung unwirtschaftlich gestaltet.

2. $P_3$ zinnfest hatte dagegen die gleiche bakterizide Wirkung in 2%iger und $P_3$ steril in $^1/_2$%iger Lösung. Obgleich die keimtötende Kraft sich in erwärmtem Resaform verbessert, so erreicht sie auch dann nicht die von $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril bei denselben Temperaturen zu erzielenden Desinfektionswirkungen. Heubazillen, bezw. deren Sporen, vermochte keines der 4 Mittel selbst in stärkster Konzentration zu vernichten.

3. Die Versuche, bei denen die Angriffsfähigkeit der Mittel auf Metalle (Weißblech, Aluminium und verzinntes Kupferblech) geprüft wurde, ergaben, daß Resaform und Resa für die praktische Anwendung in Molkereibetrieben untauglich sind, da sie eine starke Korrosion an allen untersuchten Metallen verursachten.

4. $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril rufen dagegen keine nennenswerten Veränderungen an den oben genannten Metallen hervor.

5. $P_3$ zinnfest und $P_3$ steril sind also den Reinigungs- und Desinfektionsmitteln Resa und Resaform in jeder Hinsicht überlegen.

---

## Literaturverzeichnis.


Gotschlich, E.: „Handb. d. hygien. Untersuchungsmethoden." III. Bd., 1. Abteilung. Gust. Fischer, Jena 1929.

Rubner, M. — v. Gruber, — Ficker, M.: „Handb. d. Hygiene." III. Bd., 1. Abteilung. S. Hirzel, Leipzig 1913. —

Winkler, W.: „Handbuch der Milchwirtschaft". III. Bd., Teil 1. Jul. Springer, Leipzig 1930. —

Habicht, L.: „Ueber die wissenschaftlichen Grundlagen des Käse-Schmelzprozesses". Diss. Berl. Jul. Springer, 1934. —

Drewes, Dr.: „Gutachten" aus dem Forschungs-Institut für Sauermilchkäserei, Seesen/Harz. 1935.

Setterl, M.: „Beitrag zur Reinigung von Milchflaschen mit $P_3$ steril im Vergleich zu anderen Reinigungs- u. Sterilisationsmitteln". Jul. Springer, Berlin. 1933. —

# Lebenslauf.

Am 4. September 1912 wurde ich, Walter Frank, als Sohn des Hauptlehrers Nikolaus Frank und seiner Ehefrau, Elise, geb. Grebe, in Friedlos, Krs. Hersfeld, geboren.

In meinem Heimatort besuchte ich 4 Jahre die Volksschule. Ostern 1922 bestand ich die Aufnahmeprüfung am staatl. Gymnasium zu Hersfeld, an dem ich Ostern 1932 meine Reifeprüfung ablegte.

Vom S.S. 1932 an studierte ich an der Universität Marburg Zahnheilkunde; im Oktober 1933 bestand ich hier die zahnärztliche Vorprüfung.

In dem S.S. 1934 studierte ich an der Universität Greifswald und kehrte im W.S. 1934/35 wieder nach Marburg zurück, woselbst ich im Januar 1936 meine zahnärztliche Prüfung ablegte. — Bis zum April 1936 war ich im Hygienischen Institut der Universität Marburg mit den Untersuchungen meiner vorliegenden Arbeit beschäftigt.

Meine akademischen Lehrer waren:

in Marburg die Herren Professoren und Dozenten:
Baas, Baumann, Baur, Boeminghaus, Dabelow, Dittler, Fliege, Göppert, Grüneisen, Kestermann, Kunzendorf, Meerwein, Nauck, Pfannenstiel, von Reckow, Rix, Seidel (†), Versé;

in Greifswald die Herren Professoren u. Dozenten:
Baumecker, Linck, Plötz, Proell, Schoenfeld.

Zum Schlusse meiner Arbeit spreche ich Herrn Professor Dr. W. Pfannenstiel für die Ueberlassung des vorliegenden Themas meinen besonderen Dank aus.

Auch Herrn Dr. Töppler bin ich zu Dank verpflichtet für seine Unterstützung und Hinweise bei der Ausführung meiner Arbeit.